



CSISZÁR ENDRE

hidrogeológus, BÁCSVÍZ Zrt.

csiszar.endre@bacsviz.hu

KIVONAT A célzott felszín alatti vízpótlás egy új fogalom, azonban a definíciót értelmezve világossá válik számunkra, hogy – ha eddig nem is tudatosan, de – működtettünk és hosszú ideje működtetünk hasonló rendszereket hazánkban. Vízkészlet-gazdálkodási szempontból megoldandó feladatot jelent a klímaváltozás, a globális felmelegedés eredményezte csapadékmennyiség-csökkenés, illetve a csapadékmennyiség tér- és időbeli eloszlásának változása, az egyre növekvő vízhasználat okozta globális és lokális vízhiány negatív hatásainak ellensúlyozása. Az egyre inkább növekvő vízigények felszín alatti vízkészletek mennyiségére gyakorolt negatív hatásainak ellensúlyozása érdekében napjainkra elérkezettnek látszik az idő a MAR-módszerek tudatos alkalmazására. Azaz szükség van a hazai vízgyűjtő-gazdálkodási tervezésbe és a gyakorlati megvalósításba való beépítésükre és a vonatkozó szabályrendszerek, illetve előírások alapos, ugyanakkor a működést mindinkább elősegítő módon való kidolgozására. A MAR-módszerek hatékony és okszerű alkalmazása a hidrogeológustól rendszerszemléletű és összefüggésekben való gondolkodást, valamint az érintett területek áramlási rendszereinek alapos ismeretét, továbbá a vonatkozó szabályrendszerek kidolgozását, az alkalmas területek feltérképezését, illetve a kapcsolódó monitoringrendszerek létesítését és üzemeltetését kívánja meg.

KULCSSZAVAK célzott felszín alatti vízpótlás, vízminőség-javítás, hazai alkalmazás, vízhiány, klímaváltozás, intenzív vízhasználat, vízigények, öntözés, rendszerszemlélet, áramlási pályák, vízkészlet

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Célzott felszín alatti vízpótlás (MAR) alkalmazása a hazai vízgazdálkodásban a vízkészletek mennyiségi és minőségi állapotának tudatos javítása érdekében

BEVEZETÉS

A célzott felszín alatti vízpótlás egy új fogalom, azonban a definíciót értelmezve világossá válik számunkra, hogy – ha eddig nem is tudatosan, de – működtettünk és hosszú ideje működtetünk hasonló rendszereket hazánkban. A célzott felszín alatti vízpótlás (MAR, angolul: managed aquifer recharge) ugyanis azt jelenti, hogy csapadékot vagy felszíni vizet juttatunk be a felszín alatti vízadókba. Természetesen szükség esetén a megfelelő mértékű előtisztítást (pl. szűrést) követően kerülhet erre sor az e célra ki- vagy átalakított vízi létesítmények segítségével. Hazánkban a célzott felszín alatti vízpótlás legkézenfekvőbb célterülete az első, homokos víztartó összlet lehet, mely az elöntözés miatt jellemzően készlethiányos, és antropogén hatások okozta vízminőségi problémák is jellemzik.

Vízkészlet-gazdálkodási szempontból megoldandó feladatot jelent a klímaváltozás globális felmelegedés eredményezte csapadékmennyiség-csökkenése, illetve a csapadékmennyiség tér- és időbeli eloszlásának változása, az egyre növekvő vízhasználat okozta globális és lokális vízhiány

Szabó Zsóka, Tahy Ágnes, Mádlné Szőnyi Judit: A célzott felszín alatti vízpótlás nemzetközi trendjei és hazai alkalmazási lehetőségei című, a Hidrológiai Közlöny 2020. 100. évfolyamának 4. számában megjelent cikk tartalmi összefoglalója

Az ismertetésre kerülő cikk az alábbi útvonalon érhető el:
http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2020_4v2.pdf
p. 40–51.

negatív hatásainak ellensúlyozása. Az egyre inkább növekvő vízigények felszín alatti vízkészletek mennyiségére gyakorolt negatív hatásainak ellensúlyozása érdekében napjainkra elérkezettnek látszik az idő a MAR-módszerek tudatos alkalmazására. Azaz szükség van a hazai vízgyűjtő-gazdálkodási tervezésbe és a gyakorlati megvalósításba való beépítésükre és a vonatkozó szabályrendszerek, illetve előírások alapos, ugyanakkor a működést mindinkább elősegítő módon való kidolgozására.

A MAR-RENDSZEREK TÍPUSAI

A célzott felszín alatti vízpótlás számos különböző módszerét ismerteti az általam szemlézett cikk, ezért ezek részletekbe menő bemutatására jelen tanulmányban nem bocsátkozom. Kiemelem azonban, hogy két fő MAR-típus különíthető el:

- Az egyik, amikor a felszíni víztest medrének morfológiáját úgy változtatjuk meg, és/vagy lefolyási viszonyait oly módon alakítjuk át, hogy a beavatkozások adott kiterjedésű térszínen a tartózkodási idő megnövekedéséhez vezetnek, ezáltal elősegítve a felszín alá történő beszivárgást.

- A másik pedig, amikor különböző forrásokból (pl. folyó, csapadék, tisztított szennyvíz stb.) származó vizeket összegyűjtést követően célzottan juttatunk a felszín alá, közvetlenül erre a célra létesített vagy meglévő, felhagyott, azonban e célból biztonsággal hasznosítható, jó műszaki állapotú, sekély mélységű nyeletőkutak segítségével vagy pedig közvetetten beszivárogtatással, pl. burkolatlan (földmedrű) árkok, medencék, tavak segítségével.

A MAR-rendszerek alkalmazása, azaz a felszínen spontán, telepviszonyokból adódóan összegyülekező vagy tudatosan erre a célra kialakított terepviszonyok és/vagy vízelésmények segítségével összegyűjtött vizek célzott, felszín alá történő bejuttatása révén minimálisra csökkenthető a párolgás, illetve a felszíni lefolyás okozta veszteségek.

Az előnyök, hátrányok, feltételek és korlátok figyelembevételével, valamint a hatékonyság fokozása vagy a kellő hatások gazdaságos elérése céljából a különböző MAR-módszerek szinte teljesen szabadon kombinálhatók egymással.

A MAR-MÓDSZEREK FŐBB ISMÉRVEI

A felszíni víztestek felhasználásával és/vagy kialakításával létrehozott MAR-rendszereket jelentős területigényük miatt elsősorban olyan területeken célszerű alkalmazni, melyek mezőgazdasági művelésre alkalmatlanok vagy csak korlátozottan vehetők igénybe.

A felszín alatti víztartó rétegek bevonásával létrehozott MAR-módszerek területigénye elenyésző mértékűnek mondható – mindössze néhány tíz m² –, ezért szabadon alkalmazhatóak beépített, illetve mezőgazdasági művelés alatt álló területeken vagy azok közvetlen közelében is.

A MAR-módszerek hatékony megoldást jelentenek jellemzően a felszínközeli, intenzíven igénybe vett vízáadó rétegek készlethiányának ellensúlyozására, valamint a kedvezőtlen vízminőség javítására.

Ezek az összletek ugyanis nem rendelkeznek geológiai védelemmel, ami azt jelenti, hogy a vízáadó réteg(ek) felett nem települt olyan, meghatározó vastagságú és kellően rossz szí-

várgáshidraulikai viszonyokkal rendelkező agyagréteg, mely a felszíni, jellemzően antropogén (ipari, mezőgazdasági) eredetű szennyezésekkel szemben megfelelő védelmet nyújtana. Arról nem is beszélve, hogy a csatornahálózat kiépítését megelőzően az elmúlt évtizedekben, évszázadokban az egyre növekvő lakossági vízhasználat eredményeként keletkező kommunális szennyvizek is ezekben a víztartókban kerültek elszikkasztásra.

Korábbi időkben ezek a vízáadó rétegek jelentették a fő öntözővízbázist is az agrárium számára. A jelentős volumenű talajerótánpótló- és növényvédőszer-használat miatt a minőségük, a napjainkra a klímaváltozás okozta csapadékhiány és az erdőirtások következtében kialakuló, valamint a rövid idő alatt lezúduló jelentős mennyiségű eső vagy gyors hóolvasás eredményezte hirtelen lefolyásos csapadékesemények miatt egyébként is csekély mértékűnek mondható természetes utánpótlódást meghaladó készlethasználat okán pedig a mennyiségük is jellemzően „jó, de gyenge kockázata”, „gyenge” vagy „rossz” minősítést kapott a térségi vízgazdálkodási tervek részét képező értékelésekben. A készlethiány miatt sajnos mindinkább mélyebbre, már-már a geológiailag védett mélységi vizek felé tendál a mezőgazdasági vízhasználat, mely a víz utánpótlódásával még kevésbé tart egyensúlyt. Az előbbieken ismertetett folyamat sajnálatos módon egy önmagát rontó körfolyamat, melyből pl. a MAR-rendszerek okszerű és tudatos alkalmazása jelentheti a kiutat.

A felszín alatti tér részben nem egymástól elszigetelt mikro- és makrorendszerekről, hanem egymással szoros összefüggésben és kölcsönhatásban álló, lokális és regionális vízáramlási rendszerekről (1. ábra) beszélhetünk.

Ezek minden eleme kölcsönhatások révén „ezer szálon” kapcsolódik a másikkhoz. A kölcsönhatások, illetve a rendszer rész-folyamatainak megértése és alapos ismerete elengedhetetlen a MAR-rendszerek szakszerű működtetéséhez. Azt látni kell ugyanis, hogy minden beavatkozásnak van rövid, illetve hosszú távú hatása, a hatás mértéke a beavatkozás mértékétől függ. A felszín alatti térrészben az időtényező, ezen belül az elérési idő az egyik kulcsfogalom a vízkészletek mennyiségi és minőségi változásainak megértése szempontjából. Ugyanis ez határozza meg azt, hogy egy adott beavatkozásnak hol (milyen mélységben), mikor és milyen hatásait fogjuk tapasztalni. A fentebb említett áramlási rendszerek, azaz a le- (beszivárgási/utánpótlódási), át- (tranzit) és feláramlási (megcsapolási) területek ismerete, illetve a rendszerszemléletű gondolkodás megértése és elsajátítása azért fontos, mert könnyen lehetséges, hogy egy feláramlási területen egy MAR-rendszer létesítése belvizet okoz amellet, hogy a nyomásviszonyok miatt a víz jelentősebb energiabefektetéssel juttatható a felszín alá. Egy beszivárgási területen a lejuttatáshoz szükséges energiabefektetés minimális volta mellett számolni kell azzal, hogy a felszín alá juttatott víz a mélyebben települt vízkészletek utánpótlódó készletét fogja gyarapítani, természetesen a geológiai viszonyoktól függően. Ez utóbbi esetben például a felszín alá bejuttatott víz megfelelő minőségének kulcsfontosságú szerepe van.

Geológiai időtávon (minimálisan több tízezer év nagyságrendben) gondolkodva tehát azt is lehet mondani, hogy a felszínközeli vízáadó rétegekben tárolt mobilizálható, azaz dinamikus vízkészlet csökkenése a hazánk jelentős részének ivóvízbázisát jelentő mélységi vizek utánpótlódását kitevő készletek egy részének elvesztéséhez vezet. Ennek a súlyos és negatív következménynek a megakadályozását is jelentheti a MAR-rendszerek szisztematikus kialakítása és szakszerű működtetése.



1. ábra: Felszín alatti áramlási rendszerek és elérési idők szemléltetése (http://foldrajztanitas.elte.hu/wp-content/uploads/geometodika_2019_01_MSZJ_MM_tor-delt_jav-1-1.pdf)

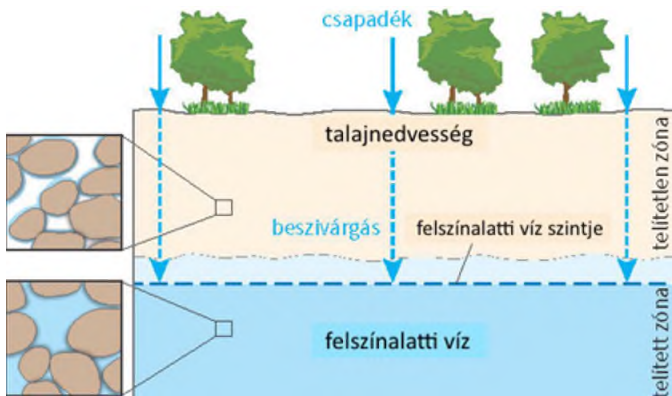
A fentiekben említett vízminőség-javító hatás oly módon érvényesül, hogy a felszín alá bejuttatásra kerülő vizeket olyan minőségi állapotba kell hozni még a bejuttatást megelőzően – szükség esetén megfelelő hatékonyságú előtisztítással (pl. szűréssel), hogy az ne okozza az érintett vízkészlet minőségének romlását. Pl. szilárd burkolatú utakról összegyűjtött csapadékvíz egészen biztosan nem juttatható közvetlenül a felszín alá a benne jelen lévő szénhidrogén-származékok miatt. Ebben az esetben előtisztításként olajleválasztást mindenképpen kell végezni.

Ha a víz a felszín alatt relatíve hosszú utat tesz meg, a baktériumok, mikroorganizmusok által végzett természetes lebontási, az eltérő szemcseméretből adódó heterogén pórusméret következtében végbemenő

szűrési és az agyagásványok kolloidtulajdonságából adódó, töltéskülönbség eredményezte felületi megkötődés révén lejátszódó adszorpciós folyamatok segítik a felszín alá bejuttatott víz megtisztulását. Az előbbieken leírtakat a parti szűrés példája is jól szemlélteti, ugyanis ekkor a felszín alá bejutó víz tartózkodási ideje nem néhány nap vagy óra, hanem több hét, hónap, esetleg év.

Az ímént ismertetett természetes tisztulási folyamat zajlik le a talajfelszínre hullott csapadékvíz felszín alá történő természetes beszivárgása (2. ábra) során, illetve akkor is, ha a vizet nem közvetlenül a telítettség zónába juttatják le, hanem relatíve hosszabb utat tesz meg a víz a felszín alatt vertikálisan, azaz áthalad a telítetlen zónán. Ez ott jellemző, ahol a terepszint alatt mélyen (minimum 8-10 m) van az első vízáadó réteg nyugalmi vízszintje. Ez jelentős vízminőségi javulást eredményez a talajlevegőben és a vízben jelen lévő oxigénnek köszönhetően. Ezért nem minden vizet kell a felszín alá történő bejuttatás előtt megtisztítani

kémiaailag, sok esetben a fizikai előkezelés, azaz a finomszűrés is elegendő lehet. Ily módon elsősorban nem a szintetikus, hanem a biológiai úton, baktériumok és mikroorganizmusok által lebontható szerves anyagok eltávolítása valósul meg.



2. ábra: Csapadékvíz beszivárgása a felszín alá és „útja” a telített zónáig (http://foldrajztanitas.elte.hu/wp-content/uploads/geometodika_2019_01_MSZJ_MM_tordelt_jav-1-1.pdf)

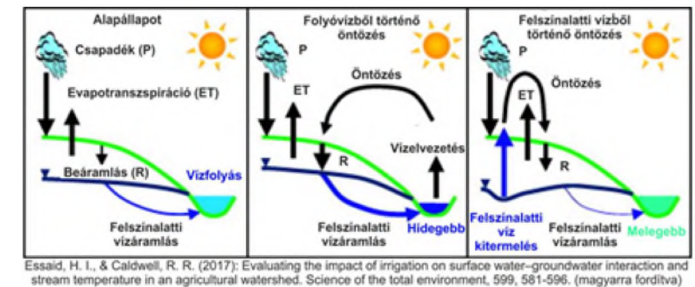
területről történő levezetése helyett tározást célszerű végezni az érintett területek közelében. A vízhiányos időszakokban ez a víz használható öntözésre az elosztást lehetővé tevő csatornahálózat kiépítésével, valamint a meglévő hálózatok rekonstrukciójával. A meglévő, mesterségesen kiépített felszíni víztározó és -elvezető létesítmények (tavak, csatornák) integrált vízgazdálkodási szempontú szükségességét és hasznosságát is felül kell vizsgálni. Ugyanis egy-egy száraz medrű csatorna vagy tó a környezetében a sekély mélységben települt vízáadó rétegek vizét a fenékszintjéig megcsapolja, azaz a területről elvezeti. Ezzel negatív irányba befolyásolja a terület vízháztartását. Ennek elkerülése érdekében a szükséges beavatkozásokat (rekonstrukció/megszüntetés) el kell végezni. Támogatni kell továbbá országos szinten a vízviszataratást és a rendszerszemléletű (integrált) vízkészlet-gazdálkodást. Elengedhetetlen folyóvizeink lépcsőzése, tározók kialakítása, mellyel több kedvező hatás (pl. talajvízháztartás javulása) érhető el vízfolyásaink környe-

A HAZAI ALKALMAZÁS LEHETŐSÉGEI ÉS FELTÉTELRENDSZERE

Néhány, a hazai vízgazdálkodási gyakorlatban történő alkalmazásra javasolható, MAR-szempon্তু gondolat:

A vizek helyben tartásának és helyben történő hasznosításának elősegítése szükséges. Elsősorban a klímaváltozás hatásai által előidézett vízbő (pl. hirtelen hóolvasás, extrém intenzitású csapadékos, belvies) időszakok vizeinek művelt

zetében, a felszín alatti térrészben is. Települési környezetben szükséges továbbá a burkolt felület csökkentése a lefolyás lassítása és a talajba történő beszivárgás elősegítése érdekében. A talajok víztartó képességének (porozitásának) növelése, illetve fenntartása érdekében a rendszeres talajlazítás és komposztálás – elsősorban a helyben összegyűjtött szerves maradványok felhasználásával előállított komposztból – elengedhetetlen még a kiskertekben is. Az épületek, építmények tetőfelületéről lefolyó csapadékvizeket elvezetés helyett helyben kell gyűjteni és öntözési céllal felhasználni. Az öntözési célú vízigények kielégítése során a felszíni vízkészleteket célszerű előnyben részesíteni, mert míg a felszíni vizekből történő öntözés gyakorlatilag a természetes vízkörforgást meggyorsító folyamat jelentősebb káros hatások nélkül, addig a felszín alatti vízkészletek öntözési célú igénybevétele a természetes vízkörforgalmat kedvezőtlen irányba befolyásolja (3. ábra).



3. ábra: Az öntözés hatása a felszíni és felszín alatti vizekre (Forrás: https://felszinalattiviz.blogspot.com/2020/04/az-ontozes-hatasa-felszini-es_29.html)

Az előbbi részben ismertetett komplexitás és összefüggések miatt a MAR-rendszerek hazai elterjesztését és gyakorlati alkalmazását meg kell, hogy előzze egy komplex és a helyes alkalmazási gyakorlatra vonatkozó irányelv vagy útmutató kidolgozása annak érdekében, hogy a létrehozott rendszerek a vízkészletek mennyiségi és minőségi állapotának javítását segítsék elő mint elérendő nemes célt.

Az előbbieken ismertetett célok teljesülése érdekében fontos, hogy a tényleges megvalósítást az eddig elért eredményeket bemutató, nemzetközi szakirodalomban leírt tapasztalatok

mérlegelésén, alkalmazásán alapuló előzetes hatásvizsgálatok, tanulmányok, valamint terepi (in vivo) és labor kísérletek (in vitro) előzzék meg. Továbbá hidrodinamikai modellezéssel az elérési idők figyelembevételével vizsgálható egy-egy MAR-rendszer környezetre gyakorolt mennyiségi és minőségi, lokális és regionális hatása. A különböző scenáriók alkalmazásával változtatni lehet a célzott és természetes utánpótlódás, valamint a természetes és mesterséges megcsapolás mértékét, ezáltal különböző hidrológiai helyzetekben kialakuló állapotokat és előidézett hatásokat lehet megismerni. A modellezéseket a kiválasztott területek alapos megismerése és elemzése kell hogy megelőzze mind a geológiai, mind a hidrogeológiai, mind a földrajzi (domborzati), mind pedig a hidrológiai és ökológiai (vegetáció, növény- és állatvilág) viszonyokat illetően.

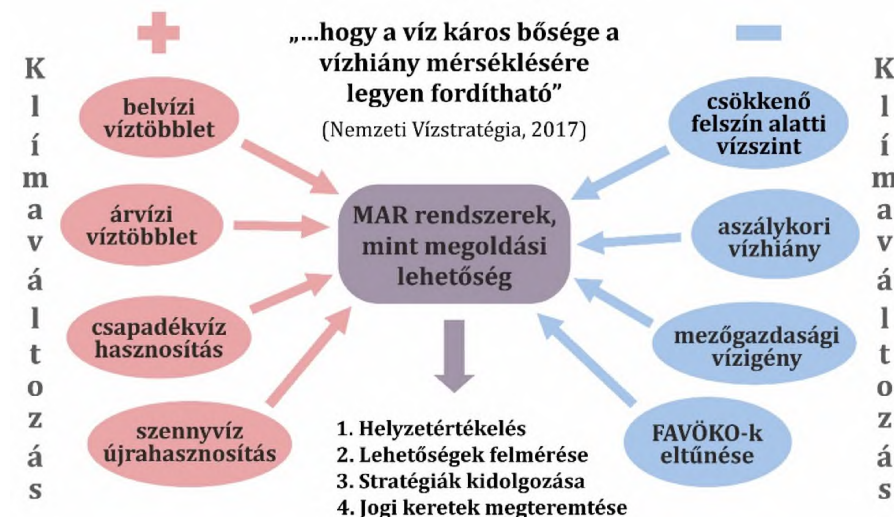
A potenciálisan alkalmas területekre elvégzett modellezések eredményei alapján feltérképezett és alkalmasnak vélt területeket úgynevezett alkalmassági térképeken célszerű bemutatni, ami segítségül szolgál mindazoknak, akik MAR-rendszert akarnak létesíteni. A térképek mellé az egyes potenciális MAR-helyszínek főbb ismérveit (pl. egységnyi idő alatt bevezethető vízmennyiség, elvárt vízminőség, bevezetést lehetővé tevő vízellétesítmény műszaki és szerkezeti kialakítása stb.), a létesítés peremfeltételeit, esetleges korlátait tartalmazó ismertető anyagokat lenne célszerű összeállítani annak érdekében, hogy egy-egy MAR-rendszer létesítése mindinkább célzottan és hatékonyan szolgálja a jó mennyiségi és minőségi állapotok elérését.

A kitűzött célok teljesülése ütemének, valamint a kiépített MAR-rendszerek által előidézett hatások nyomon követése és kontrollálhatósága céljából elengedhetetlen a kapcsolódó mennyiségi és minőségi, lokális és regionális léptékű, a rövid és hosszú távú hatások megfigyelését lehetővé tevő monitoringrendszerek létesítése, illetve üzemeltetése, a kapott eredmények rendszeres értékelése, a megfelelő következtetések levonása és a szükséges – javító – intézkedések megtétele.

Hazánkban inkább a kisebb helyigénnyel bíró, felszín alatti térrészbe történő közvetlen bevezetésnek van létjogosultsága, ugyanis a jellemzően vízhiányos területeken intenzív mezőgazdasági tevékenység (földművelés és legeltetés) folyik.

Potenciális területek a térszínileg magasabban fekvő beszívárgási területek, azaz a Duna–Tisza közti-hátság, a Nyírség, a Maros-hordalékkúp, melyek esetében a felszín alatti térrész felső részei homoküledékből állnak. Innen a mélybe történő eláramlás mellett horizontális (oldalirányú) áramlás is történik a környezethez képest magasabb térszíni fekvés miatt.

Az alábbi, 4. ábra bemutatja, hogy hazánkban mely fennálló vízkészlet-gazdálkodási, valamint vízminőségi problémákra nyújthat hosszú távú és valódi, hathatós megoldást valamely MAR-rendszer önálló vagy kombinált kialakítása és működtetése:



4. ábra: Vízkészlet-gazdálkodási kihívások és a MAR-rendszerek mint megoldások (Forrás: http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2020_4v2.pdf p. 40–51.)

A szabályrendszerek kidolgozását, az alkalmasnak ítélt területek feltérképezését követően a MAR-rendszerek által előidézett, a felszín alatti vizek mennyiségére és minőségére gyakorolt hatások minél teljesebb mértékű és alaposabb megismerése érdekében mintaprojektek támogatása és megvalósítása szükséges.

A fentiekben felsoroltak, azaz a mintaprojektek megvalósítása során szerzett tapasztalatok kiértékelését és összegzését követően a szükséges mértékben a gyakorlati megvalósítást

mindinkább elősegítő és támogató módon lenne célszerű a hazai jogrendbe átültetni a MAR-rendszerek alkalmazására (telepítési és üzemeltetési feltételrendszerekre) vonatkozó szabályozásokat.

ÖSSZEFOGLALÁS

A MAR-rendszerek hosszú távú megoldást jelentenek a hazai vízgazdálkodás jelentős problémáira, jellemzően a felszínközeli vízáradó rétegek készlethiányára, illetve kedvezőtlen vízminőségre. A rendszerek szakszerű kialakítása, üzemeltetése és az

esetleges káros hatások elkerülése érdekében elengedhetetlen a rendszerszemléletű gondolkodás, az összefüggések megértése és okszerű feltárása, valamint a hidrodinamikai modellezésen alapuló előzetes hatásvizsgálatok lefolytatása és hazai viszonylatban a MAR-rendszerek létesítését és üzemeltetését potenciálisan lehetővé tevő területeket bemutató alkalmassági térképek elkészítése, a szükséges előírások, jogszabályok kidolgozása, ismertető szakmai anyagok elkészítése, továbbá a MAR-rendszerek működtetése által előidézett lokális és regionális hatások nyomon követését szolgáló, különböző léptékű, a rövid és hosszú távú hatások

megfigyelését lehetővé tevő monitoringrendszerek kiépítése, üzemeltetése, a kapott eredmények rendszeres értékelése, a megfelelő következtetések levonása és a szükséges – javító – intézkedések megtétele.